

PAT-NO: JP362189408A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 62189408 A  
TITLE: OPTICAL INTEGRATED CIRCUIT  
PUBN-DATE: August 19, 1987

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
IMOTO, KATSUYUKI  
MAEDA, MINORU

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME HITACHI LTD COUNTRY  
N/A

APPL-NO: JP61030834

APPL-DATE: February 17, 1986

INT-CL (IPC): G02B006/12, H01L027/15 , H01S003/18

US-CL-CURRENT: 385/14

ABSTRACT:

PURPOSE: To raise the coupling efficiency, and to eliminate a variation of a characteristic caused by an operation of an optical device, by constituting an optical an optical filter by providing plural pieces of grooves whose depth is a roughly equal to or deeper than thickness of a passive waveguide layer, and whose width is a desired width, at a desired interval, on the passive waveguide in the vicinity of a semiconductor optical element, and providing an optical function device.

CONSTITUTION: A semiconductor laser 9 constitutes a resonator between a cleavage plane 12 and an end face 8 and oscillates a laser, therefore, it comes not to be influenced by an operation of a function device 11 which has been provided behind it. As for an examples of an optical filter 10, grooves 20-1~20-7 are formed on a waveguide layer 5, and this groove is scraped deeply to the extent that it reaches the bottom part of the waveguide layer 5 or a buffer layer 2. As for a position of the optical filter 10, it can be positioned in any part on the way of the waveguide layer 5 between the semiconductor laser 9 and the function device 11, therefore, L can be determined by aiming at an oscillation wavelength. When such a super-narrow band optical filter is used, an oscillation of the semiconductor laser becomes extremely effective for simplifying a mode.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-189408

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>G 02 B 6/12  
H 01 L 27/15  
H 01 S 3/18

識別記号

庁内整理番号

8507-2H  
6819-5F  
7377-5F

⑭ 公開 昭和62年(1987)8月19日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 光集積回路

⑯ 特 願 昭61-30834

⑰ 出 願 昭61(1986)2月17日

⑱ 発 明 者 井 本 克 之 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑲ 発 明 者 前 田 稔 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

## 明 細 書

発明の名称 光集積回路

## 特許請求の範囲

1. 半導体光素子と2次元あるいは3次元導波路を直接結合させ、該半導体光素子近辺の受動導波路に、深さが受動導波路の厚さと略等しいかそれよりも深く、幅が所望幅の半を所望間隔で複数個設けて光フィルタを構成したことを特徴とする光集積回路。
2. 第1項記載の光集積回路において、半導体光素子として、半導体発光素子あるいは受光素子を用いたことを特徴とする光集積回路。
3. 第1、2項記載の光集積回路において、光フィルタとして、帯域通過型か帯域阻止型のいずれかの特性を用いたことを特徴とする光集積回路。

## 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は半導体基板上に、半導体レーザ、受動導波路、フィルタなどの光デバイスを集積化した

光集積回路に関する。

## 〔従来の技術〕

光集積回路は、従来の個別部品で構成した光デバイス方式に比し、高い安定性、再現性が期待でき、素子の高性能化や複合高機能化も期待できることから、厚光をあげるようになってきた。この光集積回路を構成する上でのまず第1の課題は、半導体発光および受光素子と受動導波路との結合効率を向上させることである。従来、上記結合方式として、第2図の構造が考えられている。この構造は半導体発光素子の活性層と受動導波路層が直接結合された形になっており、非常に高効率な結合が期待できるという利点がある。

## 〔発明が解決しようとする問題点〕

しかし、この構造では半導体発光素子の受動導波路層側にへき開面に相当する反射鏡がないために、受動導波路層を含んだ形で半導体発光素子の共振器が構成される。そのために、たとえば受動導波路側に外部変調器やスイッチなどの機能デバイスを設けた場合には、これらのデバイスの動作

により外部共振条件が変化し、導体体発光素子の動作状態が影響を受けて光特性を変動させるという問題点がある。このような問題点を解決する方法として、第3図に示す構造が提案されている。これは活性層3、受動導波路層5の接続部分をエッチングにより除去し、両者に近接対向した略平行な端面7-1、7-2を形成したものである。この構造にすれば受動導波路層側に形成したデバイスの動作により半導体発光素子の動作が影響されることがなくなる。しかし、第2図の場合に比して結合効率が悪くなるという問題点がある。

本発明の目的は、前記従来の問題点を解決しうる光集積回路を提供することにある。すなわち、半導体光素子と受動導波路との結合効率が高く、かつ、受動導波路側に設けた光デバイスの動作により半導体素子の特性が変動しない光集積回路を提供することにある。

#### 〔問題点を解決する手段〕

本発明は半導体素子と受動導波路を直接結合させ、半導体光素子近辺の受動導波路上に、隙さが

受動導波路層の厚さと略等しいかそれよりも深く、幅が所望幅の溝を所望間隔で複数個設けて光フィルタを構成し、該光フィルタの後に、たとえば光変調器、光スイッチなどの光機能デバイスを設けるようにしたものである。

#### 〔作用〕

上述の如き構成で例えば半導体素子に半導体レーザを用いたとすると、上記光フィルタの半導体レーザ側の最初の溝の端面が半導体レーザの一方の共振器端面として寄与するので、上記光フィルタの後に光変調器、光スイッチなどの機能デバイスを設けても半導体レーザの特性を変動させることがない。しかも上記光フィルタは半導体レーザの出射光を通過させるような帯域通過型の特性をもたせることもできるし、あるいは帯域阻止型の特性をもたせれば、半導体レーザと光フィルタで分布反射型(DBR)レーザを構成することもできる。さらには上記光フィルタは光分波用のフィルタとしても作用させることができる。このように、半導体素子との結合効率も最大に保つたまま、

種々の光機能デバイスを設けた光集積回路を構成することができる。

#### 〔発明の実施例〕

第1図に本発明の光集積回路の実施例を示す。同図(a)は正面図、(b)は上面図である。9はたとえば半導体レーザなどの半導体発光素子、10は光フィルタ、11は光変調器、光スイッチなどの機能デバイス、12は半導体レーザ9のへき開面、8は光フィルタ10の最初の端面であり、これが半導体レーザ9のもう一方のへき開面に相当する共振器端面である。すなわち、半導体レーザ9はへき開面12と端面8との間で共振器を構成してレーザ発振するので、その後に設けられた機能デバイス11の動作に影響されなくなる。

第4図は第1図に用いた光フィルタ10の実施例を示したものである。20-1~20-7は導波路層5に形成した溝であり、この溝は導波路層5の底部かあるいはパツファ層2に達する程度まで深くけずられている。この溝形成は、たとえばドライエッチングなどにより実現される。導波路

層5の屈折率を $n_H$ とし、溝すなわち空気の屈折率を $n_L$ とすると、図中の $d_L$ 、 $d_H$ は伝搬中心波長 $\lambda_0$ に対して次式で与えられる。

$$d_L = \frac{m}{4 n_L} \lambda_0 \quad \dots \dots (1)$$

$$d_H = \frac{m}{4 n_H} \lambda_0 \quad \dots \dots (2)$$

ここで、 $m$ は1, 3, 5, 7...の値をとるが、現状のドライエッチング技術で溝を垂直面に形成させるには、 $m$ の値としては3以上の値が好ましい。

第4図(a)、(b)の光フィルタの計算機シミュレーション結果を第5図の実線、点線でそれぞれ示す。この光フィルタは中心波長が

1.2  $\mu m$ の狭帯域通過型フィルタの例である。すなわち、第3図において、へき開面12と端面8間の長さ $L$ で決まる半導体レーザ9の波長波長を1.2  $\mu m$ とし、上記レーザ光のみを通すようにした光フィルタが第5図の特性のものである。光フィルタ10の位置は半導体レーザ9と機能デ

バイス11の間の導波路層5の途中のどこにあつてもよいので、上記発振波長に主眼を置いてしを決めることができる。

このような超狭帯域光フィルタを用いると、半導体レーザの発振をモードの単一化に極めて有効であり、従来のコヒーレント光通信用光モジュールとして、また、光ファイバジャイロなどの光応用計測用光モジュールとして有望である。すなわち、従来の狭帯域フィルタとしてフアブリペロ共振器や回折格子が知られているが、これらよりもさらに狭帯域化でき、また、小形で光集積回路化に適している。

第6図は本発明の光集積回路の別の実施例を示したものである。同図(a)は正面図、(b)は上面図である。これは半導体レーザ9の出射光をモニタするためのモニタ用受光素子22を設けた場合である。この受光素子22は半導体レーザ構造と同一のものであり、半導体レーザ9と受光素子22を気相成長で同時に作り、その後でドライエッチングプロセスにより溝部13を形成して半

伝搬してきた波長 $\lambda_s$ の光信号が光フィルタ14で反射され、その反射光信号を矢印18-3方向に導びくものであり、これは従来既知のものである。導波路21-1と21-2の開き角度は光フィルタ14の傾斜角度 $\theta$ に依存して設定される。

本発明は上記実施例に限定されない。たとえば、光フィルタ10, 14, 15には第8図(a), (b)に示すような帯域阻止型フィルタ構造のものでよい。第8図(a), (b)の場合の特性例を第9図の実線、点線でそれぞれ示す。これは $d_L$ ,  $d_H$ の値として、

$$d_L = \frac{7}{4n_L} \lambda_0 \quad \dots\dots (3)$$

$$d_H = \frac{7}{4n_H} \lambda_0 \quad \dots\dots (4)$$

ただし、 $n_L=1$ ,  $n_H=3.2$ ,  $\lambda_0=1.2\mu m$ , 上式を用いた場合の結果である。

半導体レーザには分布帰還型の半導体レーザを用いてもよい。また本発明の光集積回路には、半導体レーザ駆動用の電気回路、受光素子の増幅回

路、などの電気回路も当然上記光集積回路基板上に集積化してもよいことは首までもない。半導体基板には、InP, GaAs, Siなどの基板を用いることができる。また半導体基板以外に、磁性体、強誘電体、ガラスなどの基板を用いてもよい。さらに光受動導波路には通常よく知られている3次元導波路(たとえば、埋込型、装荷型、リソ型などの以外に2次元導波路を用いてもよい。

第7図は本発明の光集積回路の別の実施例を示したものである。これは光波長多重伝送機能をそなえた光モジュールの実施例である。すなわち、発振中心波長が $\lambda_1$ の半導体レーザ9の出射光を矢印17-1, 17-2方向に沿って伝搬させ、逆に矢印18-1方向から伝搬してきた波長 $\lambda_s$ の光信号を矢印18-2, 18-3のごとく伝搬させ、受光素子19で受光させるようにした2波長双方向機能をもつた光モジュールである。光フィルタ14は波長 $\lambda_1$ の光信号を通過させ、波長 $\lambda_s$ の光信号を反射させる特性を有したものである。光フィルタ15は波長 $\lambda_s$ の光信号を反射させる特性を有したものである。光フィルタ15は波長 $\lambda_s$ の光信号を通過させ、波長 $\lambda_1$ の光信号を反射させる特性を有したものである。16はY分岐形の導波路であり、波長 $\lambda_1$ の光信号を矢印17-1, 17-2方向に沿って伝搬させ、逆に矢印18-1, 18-2方向に沿って導波路内を

路、などの電気回路も当然上記光集積回路基板上に集積化してもよいことは首までもない。半導体基板には、InP, GaAs, Siなどの基板を用いることができる。また半導体基板以外に、磁性体、強誘電体、ガラスなどの基板を用いてもよい。さらに光受動導波路には通常よく知られている3次元導波路(たとえば、埋込型、装荷型、リソ型などの以外に2次元導波路を用いてもよい。

#### (発明の効果)

以上に述べたように、本発明は半導体光素子と受動導波路を直接結合している高結合効率を実現することができ、しかも受動導波路上に設けた光変調器、光スイッチなどの動作に対しても半導体レーザの特性が影響されないという両方の特徴を有した従来になく高性能光集積回路を実現することができる。

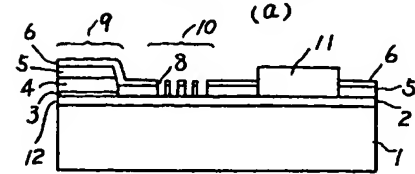
#### 図面の簡単な説明

第1図、6図および7図は本発明の光集積回路の実施例、第2図および3図は従来の半導体レーザと受動導波路の結合方式の概略図、第4図および8図は

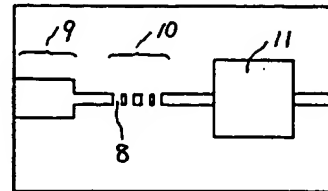
本発明の光集積回路に用いる光フィルタの概略図、  
第5および9図は上記光フィルタの特性図である。  
1…基板、2…バッファ層、3…活性層、4…中間層、5…導波路層、6…クラッド層、7-1、  
7-2、8…エッチング端面、9…半導体レーザ、  
10、14、15…光フィルタ、11…光機能デバイス、22、19…受光素子、13、20-1  
~20-7…溝部、16…Y分岐部、17-1~  
17-2、18-1~18-3…光の伝搬方向を  
示す矢印、21-1~21-2…導波路。

代理人 弁理士 小川勝男

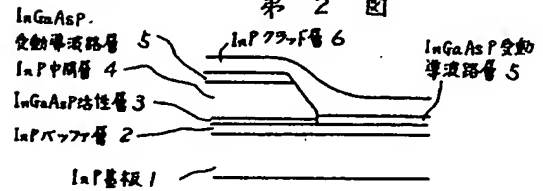
第1図



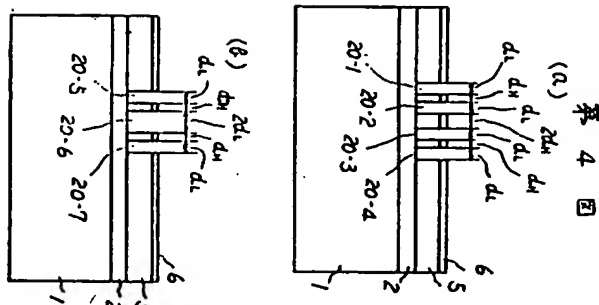
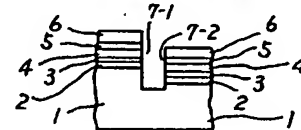
(b)



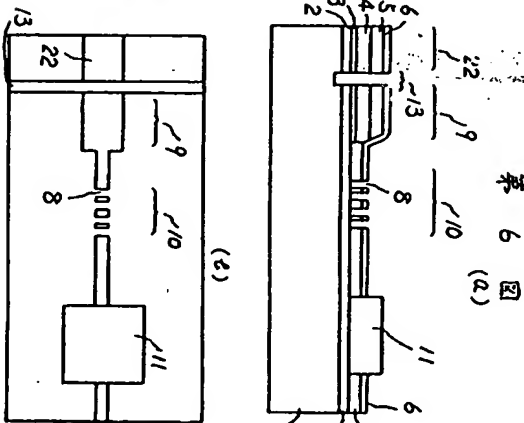
第2図



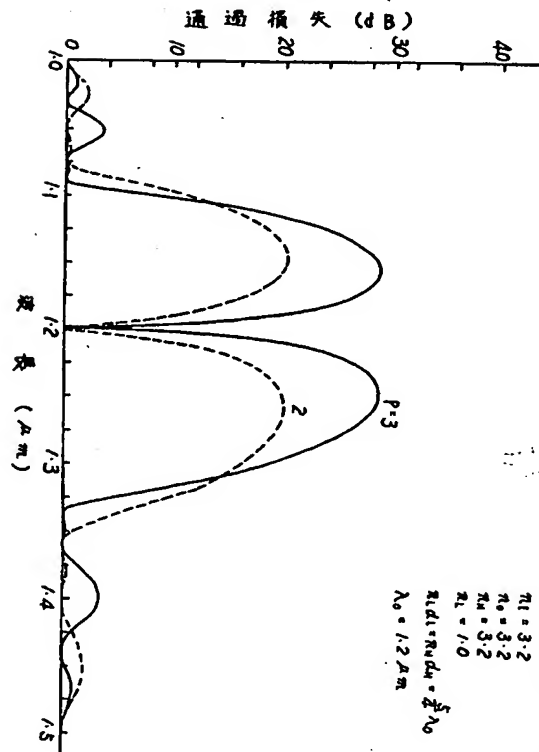
第3図



第4図



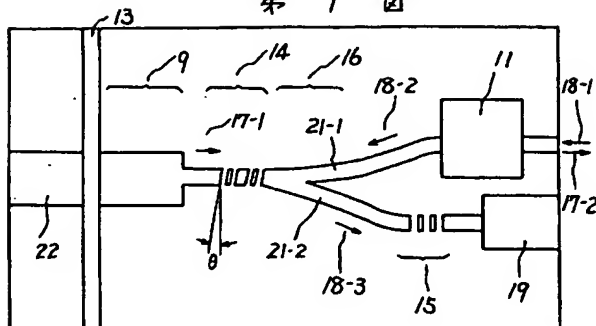
第6図 (a)



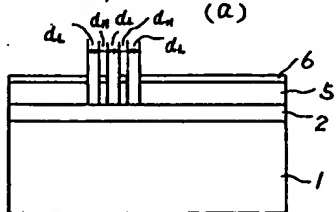
第5図

P: 奇数 P: 偶数  
(P) (H) (P) (P) (L) (P)  
 $n_1 = 3.2$   
 $n_0 = 3.2$   
 $n_2 = 3.2$   
 $n_3 = 1.0$   
 $n_4 d_1 = n_5 d_2 = \frac{\lambda_0}{2}$   
 $\lambda_0 = 1.2 \mu m$

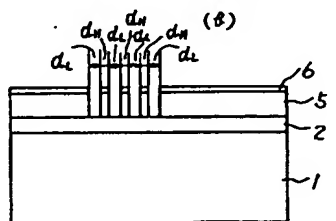
第 7 圖



第 8 圖 (a)



(b)



第 9 圖

